

電子情報工学専攻	
申請者氏名	沈 滢

紹介教員氏名	寺嶋 一彦
--------	-------

論文要旨(博士)

論文題目	Modeling and Optimal Control of a Rotary Crane Using Straight Transfer Transformation Method (直線搬送変換方式による旋回クレーンのモデリング及び最適制御)
------	--

(要旨 1, 200字程度)

旋回クレーンの基本的な動作はブームの旋回, 起伏, ロープの巻き上げであり, 荷物を任意の場所から任意の場所へと移すことができる. この利点を利用して, 旋回クレーンは, 荷役機械として工場, 建設現場, 港湾などで広く用いられているが, 荷物が目標地点へ到着した時に, すみやかに荷振れの残留振動が抑制されることが強く望まれている. 旋回クレーンの研究は従来から多くなされてきているが, 旋回, 起伏, ロープの巻き上げ・下げ3動作を同時に行ない, しかも非線形システムの制御を, 高速に, しかも最適性を追求し実用化までを検討した研究は少なく, 本論文はそれを解決すべく行ったものである.

第1章は, 本論文に関連した研究のサーベイを行ない, 本分野で解決すべき問題点を指摘し, 本研究の目的, オリジナリティを述べている. 第2章は, 本研究で製作した実験用旋回クレーンについてまず説明を行ない, そしてそれに対して旋回クレーンの荷位置モデルのモデリングを行ない支配方程式を導出した. また厳密で複雑な式で表された荷位置モデルに対して, 制御系設計を容易に行う目的で, 簡易モデルとして振り子モデルを構築した. 荷位置モデル及び振り子モデルの検証は実験により行ない, 理論値と実験値がよく合致し妥当性が実証された. 第3章は, 非線形システムに対する最適制御の方法を述べている. Davidon-Fletcher-Powell (DFP) 法が用いられ, 最適制御の結果, 旋回クレーンの搬送において, 3動作を同時に行ない実現する直線搬送方式が, 搬送途中の振動と残留振動を抑制するのに最適であることが示された. 第4章では, 直線搬送モデル(STT)を導出している. これによれば, 最適制御の計算が大幅に短縮化されることが示された. なお直線搬送モデルと, 元の荷位置モデルは, 座標変換と, STT モデルで求めた制御入力を, 最終的には, それらの変換をして求めることができる. STT モデルの妥当性は, 実験により確認された. 第5章では, 最短時間制御問題を取り扱い, 残留振動なしの下で, 最短時間で搬送できる制御アルゴリズムを導出している. Clipping-off法と, 2分法をDFP法に融合させ, 加速度, 速度, 入力電圧の制約条件の下で, 最短時間制御を, 合理的に, かつ, 効率的に求めることのできるアルゴリズムの導出に成功し, また最適解の収束性について証明を行った.

第6章では, フィードフォワード制御に, フィードバック制御を併合した2自由度制御系設計の方法について述べている. フィードフォワード制御で目標追従性と速応性, フィードバック制御で外乱補償を行っている. フィードバック制御では, ロバスト性の高いH無限大制御を用いた. 本論文では, 2自由度制御をSTT 搬送に適用し, 振動制御を考慮した高性能な制御システムを構築できることを示した. 最後に, 第7章では, 本論文全体への結論, そして今後の展望について述べている.

本論文は, 振動しやすく, しかも非線形性の強い旋回クレーンの搬送に対して, 直線搬送変換方式を提案し, それに対して, 合理的で効率のよい最適制御アルゴリズムを構築したこと, および, 理論解析だけでなく実験によっても提案手法の有効性を実証し, 実用化への検討を行ったことは, 本研究のオリジナリティであり, 学問分野だけでなく産業界への応用に対して有意義な知見を与えたものである.